

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11)特許出願公表番号

特表平7-501192

第7部門第3区分

(43)公表日 平成7年(1995)2月2日

(51)Int.Cl.⁹

識別記号

庁内整理番号

FI

H04J 13/04

H04B 15/00

9298-5K

8949-5K

H04J 13/00

G

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全8頁)

(21)出願番号 特願平5-509257
(86)(22)出願日 平成4年(1992)10月21日
(85)翻訳文提出日 平成6年(1994)5月18日
(86)国際出願番号 PCT/US92/09079
(87)国際公開番号 WO93/10604
(87)国際公開日 平成5年(1993)5月27日
(31)優先権主張番号 796,642
(32)優先日 1991年11月22日
(33)優先権主張国 米国(US)
(81)指定国 EP(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, SE), CA, JP

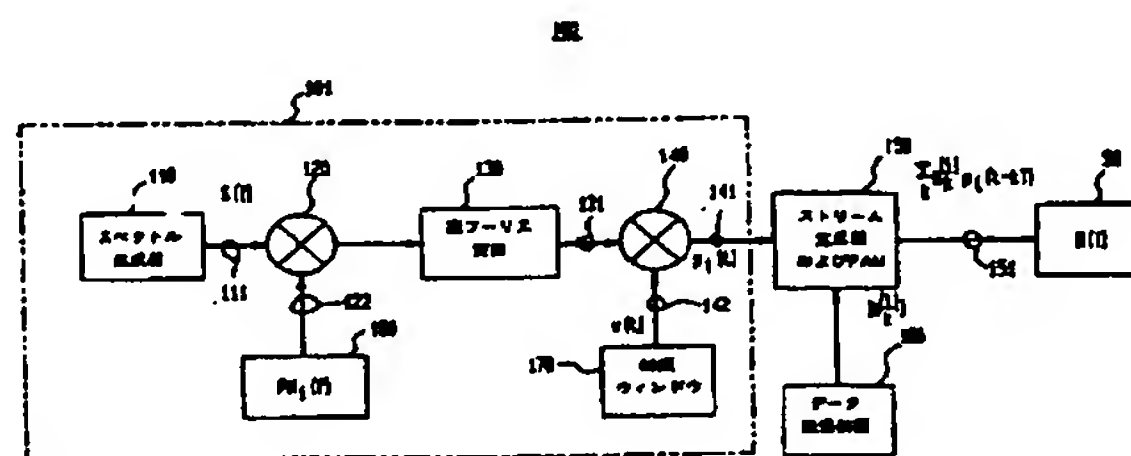
(71)出願人 ベル コミュニケーションズ リサーチ
インコーポレーテッド
アメリカ合衆国、07039-2729 ニュージャージー州、リビングストン、ウエスト
マウント プレザント アベニュー 290
(72)発明者 クレスボ、ベドロ、ミゲル
スペイン、イー-28003 マドリッド、デ
スクルブリドル ディエゴ デ オルダ
ス、エスク、3-5エイ、
(74)代理人 弁理士 小林 孝次

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 任意スペクトル成形を利用した拡散時間コード分割多元接続技術

(57)【要約】

チャネルへの帯域限定接続のための拡散時間コード分割多元接続(ST-CDMA)技術が開示された。ST-CDMAでは、疑似ランダム(PN)シーケンスが多元送信機システムにおける各送信機に割り当てられ、特定の送信機の送信機パルスのフーリエ変換(110)が、送信機に割り当てられたPNシーケンス(160)によって希望する送信機スペクトルの位相を変調(120)することによって決定される。送信機によって生成されたデータ記号(180)は、送信機パルスの遅延したものによって伝えられる。特定の送信機の送信データ(151)は、対応する送信機パルスに一致したフィルタの出力をサンプリングすることによって送信機に同期させた受信器で回収される。



中略する請求項の範囲

請求項1 チャンネルを通して受信器への通信するための送信機パルスをスペクトル符号化する送信機における回路で、そのチャンネルは特定の周波数領域特性およびノイズ混信を有し、その周波数領域特性およびノイズ混信によって、送信機パルスの電力制限のために受信器において信号対混信比を最大限にする送信機周波数振幅を決定するもので、その回路は下記のものを含む

符号化された変調特性を生成するための疑似ノイズシーケンスによって決定される単位モジュラスおよび位相関数を有する複合周波数関数で送信機周波数振幅を変調する手段、および

送信機パルスを表す変換信号を生成する該符号化変調特性を変換する手段。

請求項2 請求項1記載の回路で、該変換手段は逆フーリエ変換を生成する手段を含むもの。

請求項3 請求項2記載の回路で、該逆フーリエ変換を生成する手段が表面弾性波装置を含むもの。

請求項4 チャンネルを通して受信器へ通信するための送信機パルスをスペクトル符号化する送信機における回路で、そのチャンネルは特定の周波数領域特性およびノイズ混信を有し、その回路は下記のものを含む

送信機パルスの電力制限のために受信器において信号対混信比を最大限にするためのチャンネルの周波数領域特性に対応する送信機周波数振幅を生成する手段、

符号化された変調特性を生成するための疑似ノイズシーケンスによって決定される単位モジュラスおよび位相関数を有する複合周波数関数で送信機周波数振幅を変調する手段、および

送信機パルスに対応する変換時間信号を供給する該符号化変調特性を逆フーリエ変換する手段。

請求項5 請求項4記載の回路で、時間領域において該変換時間信号を切り捨て、それによって送信機パルスを生成する手段をさらに含むもの。

請求項6 請求項5記載の送信機で、ある記号率で生成されたデータ記号の送信装置をさらに含むもので、その回路はさらに下記のものを含む

請求項11 請求項10記載の方法で、該送信機は、ある記号率で生成されたデータ記号の送信装置を含むもので、その方法がさらに下記のスナップを含むもの。

送信機パルスのストリームを生成するためのその記号率で送信機パルスを再生成すること、および

チャンネルへの入力として機能する送信時間信号を生成するためのデータ記号で該送信機パルスのストリームを変調すること。

請求項12 チャンネルを通して受信器へ伝播するための送信時間信号をスペクトル符号化する送信機における方法で、そのチャンネルは特定の周波数領域特性およびノイズ混信を有し、その送信機は、ある記号率でデータ記号の送信装置を供給するもので、その方法は下記のスナップを含む

その記号率で短パルスを生成すること、

その記号率で変調パルスのストリームを生成するために、データ記号で該短パルスを変調すること、および

送信時間信号を生成するためのフィルタで、該変調パルスのストリームをフィルタすることで、該フィルタは該インパルス応答信号に電力制限があり、受信器において信号対混信比を最大限にするためのチャンネルの周波数領域特性、ノイズ混信、および疑似ノイズシーケンスから決定されるインパルス応答信号を有するもの。

請求項13 対応する送信機によって通信される記号率でデータ記号を伝え、チャンネル特性およびノイズ混信を有するチャンネルで検知されるスペクトル符号化された送信時間信号をスペクトル復号化する受信器における回路で、その送信時間信号は、送信機パルスの位相特性に割り当てられた固有の疑似ノイズコードを有する送信機パルスから得られたもので、その回路は下記のものを含む

その記号率で、対応する送信機を受信器に同期させる手段、

該同期させる手段に対応するウィンドウされた時間信号を生成するための事前決定された時間間隔で送信時間信号を切り捨てる手段、

該切り捨てる手段および該同期させる手段と組合せて、該ウィンドウされた時間信号を時間セグメントに分ける手段、

該同期する手段にตอบสนองする、変換されたスペクトルを生成するために該セグメントのそ

送信機パルスのストリームを生成するためのその記号率で送信機パルスを再生成する手段、および

チャンネルへの入力として機能する送信時間信号を生成するためのデータ記号で該送信機パルスのストリームを変調する手段。

請求項7 請求項6記載の回路で、該逆フーリエ変換手段が表面弾性波装置を含むもの。

請求項8 チャンネルを通して受信器へ伝播するための送信時間信号をスペクトル符号化する送信機における回路で、そのチャンネルは特定の周波数領域特性およびノイズ混信を有し、その送信機は、ある記号率で動作するデータ記号の送信装置を提供するもので、その回路は下記のものを含む

その記号率で短パルスを生成するための短パルス生成器、

その記号率で変調パルスのストリームを生成し、データ記号の送信装置および該短パルス生成器にตอบสนองする乗算器、および

フィルタの出力として送信時間信号を生成するための、該変調パルスストリームにตอบสนองするフィルタで、該フィルタは該インパルス応答信号のエネルギーに電力制限があり、受信器において信号対混信比を最大限にするためのチャンネルの周波数領域特性、ノイズ混信、および疑似ノイズシーケンスから決定されるインパルス応答特性を有するもの。

請求項9 請求項8記載の回路で、チャンネルを通して受信器へ伝播するための送信時間信号をスペクトル符号化する送信機における回路で、そのチャンネルは特定の周波数領域特性およびノイズ混信を有し、その方法は下記のスナップを含む

送信機パルスの電力制限のために受信器において信号対混信比を最大限にするためのチャンネルの周波数領域特性に対応する送信機周波数振幅を生成すること、

符号化された変調特性を生成するための疑似ノイズシーケンスによって決定される単位モジュラスおよび位相関数を有する複合周波数関数で送信機周波数振幅を変調すること、および

送信機パルスに対応する変換時間信号を供給する該符号化変調特性を変換すること。

請求項10 請求項9記載の方法で、送信機パルスを生成するために該変換信号を切り捨てるスナップさらに含むもの。

れぞれをフーリエ変換する手段、

疑似ノイズコードおよびチャンネル特性に対応する変調スペクトルを生成する手段、

該変換スペクトルおよび該変調スペクトルにตอบสนองする、変調出力スペクトルを生成するために、該変換スペクトルのそれぞれを変調する手段、および

該変調する手段および該同期させる手段と組合せて、送信時間信号からデータ記号のそれぞれを決定する手段。

請求項14 対応する送信機によって通信される記号率でデータ記号を伝え、チャンネル特性およびノイズ混信を有するチャンネルで検知されるスペクトル符号化された送信時間信号をスペクトル復号化する受信器における回路で、その送信時間信号は、送信機パルスの位相特性に割り当てられた固有の疑似ノイズコードを有する送信機パルスから得られたもので、その回路は下記のものを含む

その記号率で、対応する送信機を受信器に同期させる手段、

該同期させる手段に対応するウィンドウされた時間信号を生成するための事前決定された時間間隔で送信時間信号を切り捨てる手段、

該ウィンドウされた時間信号にตอบสนองする該ウィンドウされた時間信号を時間セグメントに分け、該時間セグメントのそれぞれに対応するフィルタ出力を生成する一致したフィルタ手段で、該一致したフィルタ手段は、チャンネル特性の共役および送信機パルスの周波数領域特性の共役によって決定される伝達関数を有するもの。

請求項15 対応する送信機によって通信される記号率でデータ記号を伝え、チャンネル特性およびノイズ混信を有するチャンネルで検知されるスペクトル符号化された送信時間信号をスペクトル復号化する受信器における方法で、その送信時間信号は、送信機パルスの位相特性に割り当てられた固有の疑似ノイズコードを有する送信機パルスから得られたもので、その方法は下記のスナップを含む

その記号率で、対応する送信機を受信器に同期させること、

ウィンドウされた時間信号を生成するための事前決定された時間間隔で送信時間信号を切り捨てること、

該ウィンドウされた時間信号を時間セグメントに分けること、

変換されたスペクトルを生成するために該セグメントのそれぞれをフーリエ変換するこ

と、

疑似ノイズコードおよびチャネル特性に対応する変調スペクトルを生成すること、

変調出力スペクトルを生成するために、該変調スペクトルのそれぞれを変調すること、
および

送信時間信号からデータ記号のそれぞれを推定すること。

請求項16 対応する送信機によって送信される記号率でデータ記号を伝え、チャネル特性およびノイズ混信を有するチャネルで検知されるスペクトル符号化された送信時間信号をスペクトル復号化する受信器における方法で、その送信時間信号は、送信機パルスの位相特性に割り当てられた固有の疑似ノイズコードを有する送信機パルスから得られたもので、その回路は下記のものを含む

その記号率で、対応する送信機を受信器に同期させること、

ウィンドウされた時間信号を生成するための事前決定された時間間隔で送信時間信号を切り捨てること、

該ウィンドウされた時間信号を時間セグメントに分けること、および

該時間セグメントのそれぞれに対応する一致したフィルタからのフィルタ出力を生成することで、その一致したフィルタ手段は、チャネル特性の共役および送信機パルスの周波数領域特性の共役によって決定される伝達関数を有するもの。

ることができる。開示されたように、符号化は、格子要素および多要素位相変調器の構造によって光学周波数で行なわれる。

極限電力であり、また帯域幅制限、付加的ノイズ、および損失と歪みがあるような周波数転送応答を有するチャネルに一致しなければならない送信機パルスを生成するための技術はこれまでに存在なかった。このようなチャネルの一例として、切断された周波数帯域上のみで送信をサポートするものがある。

発明のまとめ

本発明に従えば、これらの欠点や制限は、各送信機に固有のコードを割り当てることによって、また送信機・受信器の組合せと付加的チャネルノイズを相互接続したチャネルの特性をもとにした対応する受信器での信号対雑音比全体を最大限にするよう選択した送信機パルスの周波数領域特性を符号化するための固有のコードを使用することによって、排除することができる。

広い意味では、同期した送信機・受信器の組からの送信機は、送信機パルスに対して形成された送信時間信号を相互接続したチャネルで伝播する。送信機パルスの周波数領域特性（送信機特性と呼ばれる）は、周波数領域における振幅と位相要素の両方を有する。またチャネルの周波数領域特性（チャネル伝送特性と呼ばれる）も、周波数領域における振幅と位相要素を有する。送信機パルスに電力の制約があり、チャネルに付加的白色ノイズがあることを考慮すると、チャネル特性は最適化された送信機スペクトルを決定し（つまり送信機パルスの周波数領域特性の振幅の平方）、これは受信器で信号対雑音比(SIR)を最大限にするものである。送信機振幅は、スペクトルから決定されたように、生成された変調特性のスペクトル全体と最適化された送信機スペクトルが同等であるようにモジュラス1(modulus one)を有する複合周波数関数によって変調される。送信機コードは、送信機特性が対応する受信器で固有に識別できるように、この位相要素に符号化される。特に、各送信機は、疑似ランダムまたは疑似ノイズ(PN)シーケンスに割り当てられる。つまり複合関数の位相要素は、PN複合値シーケンスによって決定される方形波になることができる。中間時間信号は、複合関数で送信機振幅を乗じることによって得られた周波数領域特性の逆フーリエ変換を行なうことによって生成される。この中間信号は、時間ウィンドウという方法で中間信号を切り捨てることによって時間が区切られている。切り捨てられた出力

発明の名称 任意スペクトル成形を利用した拡散時間コード分割多元接続技術

発明の分野

本発明は、概して帯域限定チャネルでのマルチユーザ・デジタルデータ送信に関するもので、さらに詳しくは、帯域限定チャネルへのコード分割多元接続に関する。

発明の背景

限定的に使用可能な無線周波数スペクトルと組合せた遠距離無線通信の将来の重要な可能性により、帯域幅の効率が低い多元接続技術の研究が熱心に行なわれるようになった。Schillingらによる「Spread Spectrum for Commercial Communications (商業通信の拡散スペクトル)」(IEEE Communications Magazine, 第29巻, 第4号, 1991年4月出版)と題された文献では、多元接続送信を実施するための一つの方法、つまりスペクトル拡散コード分割多元接続(SS-CDMA)技術について記載している。

従来のCDMA技術は、光ファイバケーブルや無線スペクトルのような送信媒体において、事前決定された時間に適切な相関特性を有する一組のパルスを時間領域で生成することによって利用可能な帯域幅を利用するものである。典型的に相関特性は、ある送信機コードが各時間間隔に受信器へ送られるごとに、その送信機コードに同期させた特定の受信器は検知可能信号を生成するが、これに対して受信器に送られる他の送信機コードでは受信器の出力はほとんどゼロに近いものである。この時間領域相関特性で動作し、最適直交コードを指定した一組のコードを使用するCDMAシステムは、米国特許4,779,266号に開示された。

Journal of Lightwave Technologyに掲載された「Coherent Ultrashort Light Pulse Code-Division Multiple Access Communication Systems (干渉性超短光パルスコード分割多元接続通信システム)」(J. A. Salehi, A. M. Weiner, および J. P. Heritage 著, 1990年3月, 第8巻, 第3号)と題された記事の中に、光学チャネルで送信するための超短パルスのシーケンスを符号化するための技術が開示された。この符号化は、データ記号のシーケンスに対応する超短光パルスのストリームのフーリエ変換の位相特性を変調することによって実施された。各送信機は固有のコードが割り当てられ、その対応するストリームを変調し、その固有のコードに同期した受信器は、対応する送信機によって超短パルス上に印加したデータ記号を検知す

は、送信機パルスであり、特定の送信機の固有の時間信号である。最後に、各送信機のデータ送信装置によって生成された実際のデータ情報を送信するため、送信機パルスの定期的に遅延したものは、チャネルへの入力形成するため、つまり送信された時間信号を形成するために実際のデータ情報によってパルス振幅変調される。この遅延は、記号率である。

広い意味では、従来の同期技術で、対応する送信機に同期されている受信器において、チャネルからの出力時間信号は、事前決定された時間間隔で時間ウィンドウされる。ウィンドウされた時間信号は、変調する時間セグメントのシーケンスに分割され、各時間セグメントは、変調スペクトルを得るためにフーリエ変換で処理される。この変換スペクトルは次に、送信機振幅；複合周波数関数の共役；およびチャネル特性の共役の積である周波数領域信号で変調される。変調器出力は、相関検知器で処理され、データ記号の推定を生成する。

この希望するスペクトルを一致させるための送信機パルスを生成する技術は、「拡散時間CDMA」と呼ばれる。拡散時間技術によって、電力が制限されたパルスは、よりフレキシブルに特定のスペクトル特性で設計できるようになる。例えば、送信機スペクトルは、切断周波数帯域で使用することができるが、これは拡散スペクトルシステムにおける送信時間信号を成形することによって行なうことは、かなり困難である。

本発明の構造と動作は、後述の実施例の詳細な説明を添付の図面と合わせて参照して理解できるものと思われる。

図面の簡単な説明

図1は、送信機パルスを疑似ノイズシーケンスで復号するスペクトル復号器を含む送信機を表したブロック図。

図2は、疑似ノイズ位相特性を有する複合関数によって変調された均一な送信機特性の送信機パルスの一例。

図3は、送信時間信号を生成するもう一つの送信機。

図4は、同期された送信機・受信器の組のスペクトル復号器を含む受信器を表したブロック図。

図5は、一致したフィルタ型であるもう一つの受信器。

図6は、チャネル特性の一例の最適化された送信スペクトルのプロット。

発明の詳細な説明

〔従来のCDMAの概要〕

従来の拡散スペクトルCDMA (SS-CDMA) における多重化は、異なるコード、つまり符号定数シーケンスを各送信機に割り当てることによって行なうことができる。各送信機は、このコードを使用して対応する受信機で復号できる時間信号を生成する。SS-CDMAチャネル信号を生成するために、時間領域送信機信号 $r_i(t)$ (一般的に幅 T の単一平方パルス) を時間領域において疑似ランダムPNシーケンスで乗じる。具体的には、 i 送信機の送信された時間信号は下記の形態であると仮定する。

$$r_i(t) = \sum_k b_k^{(i)} r_i(t-kT)$$

(式中、 $b_k^{(i)}$ は送信機 i によって生成された実際の情報記号、 $r_i(t)$ は i 送信機に割り当てられた送信ベースバンド時間信号、および $1/T$ は記号率である。2進信号が使用できると仮定する。つまり、 $b_k^{(i)} \in \{\pm 1\}$ となる。信号 $r_i(t)$ 、 $i=1, \dots, K$ (式中 K は送信機数) は、全ての時間シフトでほとんど直交であるのが望ましい。つまり、 $i \neq j$ および c (式中、 c は適当な小さい定数) の場合は全て下記のようになる。

$$\int_0^T r_i(t) r_j(t-cT) dt < c$$

この場合、 $r_i(t)$ と一致するフィルタの出力をサンプリングすることによる混信の存在下において指定受信機は対応する送信機からのデータを回収することができる。

〔本発明の送信機〕

図1は、本発明による拡散時間CDMA (ST-CDMA) 送信機100を示している。 i 送信機の送信機100は、スペクトル生成器110; 乗算器120; 逆フーリエ変換装置130; 乗算器140; およびパルス振幅変調器150の直列的配置を含む。リード線141上の乗算器140からの出力は、送信機パルス $p_i(t)$ である。リード線151上のストリーム生成器およびパルス振幅変調(PAM)装置150からの出力は、データ送信装置180によって供給されたデータ記号で送信機パルス

ために、各シーケンス要素は、複素平面における単位サークル上の一組の均一に間隔を置いた点から選択することができる。指定された受信機が、従来の同期技術を用いて、対応する送信機と適切に同期されていると仮定すると、「共役」コードによる復調 (ここでPNシーケンス要素は共役に置き換えられている) によって、送信されたデータシーケンスの検知が可能となる。しかしながら、復号器が異なるPNシーケンスと一致している場合、指定された受信機からの出力信号は、付加的な程度の混信となる。復号の詳細については、後に述べることにする。

図2は、正規化周波数間隔 $[-1/2, 1/2]$ での定数である $S(f)$ から得られたST-CDMA送信機パルスの一例である。スペクトルを制御するために使用されるランダムシーケンスは長さ256ある。しかしながら、このランダムシーケンスとその共役は $S(f)$ の正の半分と負の半分を制御するため、128のシーケンス要素のみがランダムに選ばれた。これは $p_i(t)$ が実数値であることを保証するものである。シーケンス要素 a_k 、 $k=0, \dots, 127$ は $\{1, e^{j\pi/4}, -1, e^{-j\pi/4}\}$ の組からランダムに選ばれる。この送信機パルスは下記の式によって得られることを容易に確かめることができる。

$$p(t) = \frac{\sin \pi f_c t}{\pi t} \sum_{k=-M/2}^{M/2-1} a_k e^{j2\pi f_c (t-kT)}$$

(式中、 $M=256$ 、および $f_c=1/T$ である。) ここで、 $p(t)$ は無限の持続時間であるので、実用的な実施においては、図1の装置170のような時間ウィンドウによって時間を切り捨てなければならない。図1において、リード線131上に現われ、無限持続期間の $p(t)$ に対応する信号は、中間時間信号と呼ばれる。

スペクトル符号器101における装置130によって行なわれた逆フーリエ変換は、従来の表面弾性波(SAW)チャープフィルタによる簡単な方法で実施することができる。「Surface Acoustic Wave Devices (表面弾性波装置)」(Molstein および Das 著、IEEE Communications Magazine, 1979年9月、25-33頁)と題された文献に、このような従来の実施方法が記載されている。

図3に示したように、送信機100を実施する2番目の実施例は、図1のスペクトル符号器101によって示された回路とそれに伴う動作によってガイドされるように、 $p_i(t)$ を事前計算し

の遅延したものを制御することによって生成される送信時間信号

$$s_i(t) = \sum_k b_k^{(i)} p_i(t-kT)$$

である。従って、装置150は $p_i(t)$ の遅延したもののストリーム生成を実施する。リード線151上の送信時間信号は、チャネル50への入力として提供される。このチャネル50は、 $H(f)$ と呼ばれる周波数領域特性を有する。

ST-CDMAの方程式(3)は、SS-CDMAの方程式(1)同等のものである。

一実施例に従った $p_i(t)$ を生成するため、スペクトル生成器110は $S(f)$ と呼ばれる周波数特性をリード線111上で生成する。生成器110によって生成される $S(f)$ を測定する技術は、下記に詳しく説明する。乗算器120は、リード線122上で、2つ目の入力として、 $PN_i(f)$ と呼ばれる信号、つまり周波数領域疑似ノイズ関数を有する。乗算器140は、リード線142上で、2つ目の入力として、 $w(t)$ と呼ばれる信号、つまり時間領域ウィンドウ信号を有する。仮に例として、 $PN_i(f)$ がモジュラス1を有する複合周波数関数であり、適切な時間間隔での $w(t)=1$ 形態の $w(t)$ である場合、乗算器140から発せられた周波数領域特性の振幅の平方は、 $|S(f)|^2$ となる。任意の時間領域信号の周波数領域特性の振幅の平方は一般的に、「スペクトル」または「スペクトル密度」と呼ばれる。従って、要素110-140、および170の構造は、送信機「スペクトル符号器」101と呼ばれる。つまり、このスペクトル符号器101は、送信機パルス $p_i(t)$ を生成する。

$S(f)$ を制御するソース160へ割り当てられたコードは、複合値PNシーケンスとなることができ、一般的に下記の形態になる。

$$PN_i(f) = \sum_{l=0}^{M/2-1} a_l q(f - f_{c,l})$$

(式中、 $q(f)$ は、幅 f_c の周波数領域における短パルスである。) 合計 M のパルスがあり、 $PN_i(f)$ の帯域幅は Mf_c である。一例として、 $q(f)$ は矩形パルスとなることができる (これを使用して図2が作成される) ; しかしながら、 $q(f)$ の他のパルス形状の方が符号間隔に送信機パルスのエネルギーをより制限するためによい。例えば、PNシーケンスの一例を得る

ため、インパルス応答として $p_i(t)$ を有する図3のフィルタ330を合成するものである。リード線131上の送信時間信号は次に、データ送信装置180によって生成されたデータ記号で変調器320において変調されたように、短パルス生成器310によって $1/T$ の率で生成された一連の短パルスにตอบสนองして、このフィルタの出力になる。これらの短パルス (理想的にはデルタ関数が望ましい) は、このようなスペクトル符号器によって時間的に「拡散」される (よって「拡散時間CDMA」という名称になった)。

〔本発明の受信機〕

図4に示されたST-CDMA受信機400、つまり「スペクトル」復号器は、受信機乗算器410; フーリエ変換装置420; 共役変調器430; および検知器440の直列の組合せを含む。処理される入力チャネル信号は、リード線51上でチャネル50から受信される。時間領域で信号を制限するために入力チャネル信号は、乗算器410を介して、装置450によって供給された受信機時間ウィンドウ信号 $w_s(t)$ によって乗じられ、次に信号セパレータ415に送られる。結果的には、入力チャネル信号は、乗算器410、ウィンドウ450、およびセパレータ415の組合せによって時間信号のシーケンスに区分される。ここで区分された各時間信号は、持続時間 T' であり、 $T' \leq T$ である。(理想的には、 T' は送信機パルスの持続時間であることが望ましい。) この区分の同期は、リード線451上で検知器440からのウィンドウ450によって受信される。区分された各時間信号は、リード線411を介して、セパレータ415からフーリエ変換装置420へ送られる。これらの区分された時間信号のそれぞれは、フーリエ変換装置420によって周波数領域の表現に一つずつ変換され、各区分時間信号の周波数領域の表現 (受信特性と呼ばれる) を生成する。変換中、区分のため、各時間信号は持続時間 T' の間隔における値のみを有し、そこ以外ではゼロである。各送信パルス $b_k^{(i)} p_i(t)$ にตอบสนองするリード線421上の受信周波数特性は、 $b_k^{(i)} S(f) H(f) PN_i(f)$ である ($w_s(t)$ の作用を無視する)。検知器440内で受信特性を検知するために、受信特性は乗算器430において、周波数特性 $S(f)$; 疑似ノイズソース $PN_i(f)$ の共役、つまり $PN_i^*(f)$; およびチャネル特性 $H(f)$ の共役、つまり $H^*(f)$ によって乗じられる。次に、リード線431上の周波数特性は、 $b_k^{(i)} |S(f)|^2 |H(f)|^2$ となる。積分器441は次に、リード線431上で、 $S(f) > 0$ である帯域幅でその特性を積分する。全ての周波数で、 $|S(f) H(f)|^2 \geq 0$ であるため、サンプリング445は、積分が正 (負) であるときは必ず $b_k^{(i)} = 1 (-1)$ であるかどうかを決定する。

送信機・受信機の組の同期は、従来からの周知の方法により、要素443を介して行なうことができる。同期信号は、積分器441、サンブラ445、受信器時間ウィンドウ450、セパレータ415、およびフーリエ変換装置420に供給される。フーリエ変換装置420は、MillssteinおよびDasによる上述した文献に発表された表面弾性波装置で実施することも可能である。

図5に示された構造は、一致したフィルタ510によって実現した受信器500の代わりになるもう一つの実施例である。この構造では、(a) 送信機パルスのフーリエ変換の共役、つまり $p_s^*(f)$ (ここで $p_s(f)$ は $p_s(t)$ のフーリエ変換) ; および (b) $H^*(f)S(f)$ の積によってできたフィルタ510は周波数領域特性を有する。リード線511上に現われるフィルタ510の出力は、サンブラ520によってサンプリングされ、検定 b_k^m を生成する。乗算器505、受信器時間ウィンドウ530、および同期装置540は、図4での要素410、450、および443と相対する要素である。

〔送信機振幅 $S(f)$ の生成〕

SIR (図4の積分器441の出力で、受信された復信電力に対する受信された信号電力の比) は、送信機特性の振幅の平方の関数、つまり送信機パルスのスペクトルであることを示すことができる。故に、送信された平均電力制限のあるSIRを最大限にするスペクトルを決定することができる。これには、

$$\max_{S(f)} \text{SIR}$$

が要求され、これは下記のようにになっている場合である。

$$\int_{-W}^W |S(f)|^2 df = 1, \quad (\text{式中、}|f| > W \text{ の場合には } |S(f)| = 0 \text{ であるとした場合})。$$

SIRは計算することができ、標準偏差引き数は、最適化されたスペクトルが下記のものによってできていることを示している。

$$|S(f)|^2 = \begin{cases} \frac{c_1}{|H(f)|^2} \left(1 - \frac{c_2}{|H(f)|^2} \right) & \text{これは } |H(f)|^2 > c_2 \text{ である場合} \\ 0, & \text{これは } |H(f)|^2 \leq c_2 \text{ である場合} \end{cases}$$

この場合のSIRは、 $\text{SIR}^2 = 2WT/(K-1) + N_f/K(2M)$ と計算される。この場合では、図2のプロットと同様に、周波数帯域の定数だった送信機振幅 $S(f)$ の送信機パルス一つを示している。

〔実施例2〕

2つ目の例として、チャネルインパルス応答が、 $h(t) = e^{-t}$ 、または $|H(f)|^2 = 1/(1+4\pi^2 f^2)$ と仮定する。

$$|f| < f_0 = \frac{1}{2\pi} \left[\frac{1}{c_2} - 1 \right]^{1/2}.$$

であるとき、 $|H(f)|^2 > c_2$ となり、方程式(10)から、 $\mu = \max B(f) = 2f_0$ である。従って、方程式(8) および (9) から下記ようになる。

$$c_2 = \frac{[2\alpha(3\pi)]^{2/3}}{1 + [2\alpha(3\pi)]^{2/3}}.$$

$N_f/2$ がゼロから無限に増加するに従い、 c_2 はゼロから $\sup |H(f)|^2 = 1$ に増加する。異なる値アルファの最適化された送信機スペクトル $|S(f)|^2$ のプロットを図6に示す。次に図1のスペクトル生成器110は、特定の α が選択されてから、適切な $S(f)$ を生成することができる。

〔実施例3〕

最後の定性的実施例として、 $H(f)$ は、それぞれに切断または分離周波数帯域上でサポートされる帯域幅 W の2つの理想的なバンドパスチャネルからなるとしよう。 $H(f)$ は偶数であるため、利用可能な帯域幅の合計は $4W$ となる。送信機パルスは、このチャネルに一致することができるが、これは実質的には帯域幅 $4W$ を有する理想的な帯域限定チャネルの場合と同じ性能となる。バックグラウンドノイズがないときには $\text{SIR} = (4WT/(K-1))^{1/2}$ となる。

これに対して、従来型分散スペクトルシステムは、このチャネルを帯域幅 $2W$ を持った2つの別々のチャネルとして取扱う可能性が高い。よって、2つの独立したバンドパスチャネルの1つをユーザに割り当てるために、付加的チャネル割り当て構造が必要である。

上述した実施例は、本発明に従った原則の応用を単に説明するために示したことを理解されたい。技術的熟練者は、本発明の精神と範囲における原則を具体的に表現する他の実

式中、

$$c_1 = \frac{1+\alpha}{1+\alpha(f^2-\mu f)}, \quad c_2 = \frac{\alpha f}{1+\alpha f},$$

$$I = \int_{(f)} \frac{1}{|H(f)|^2} df, \quad J = \int_{(f)} \frac{1}{|H(f)|^4} df.$$

$$B(f) = \{f: |H(f)|^2 > c_2\}.$$

$\alpha = (N_f T)/(4M(K-1))$ 、および $\mu = \max B(f)$ 、つまり $S(f) > 0$ の場合の周波数の範囲。また、 $N_f/2$ は白色ノイズの分散、 K は送信機数、および M は各送信機に割り当てられたPNシーケンスの長さである。 c_1 は、方程式(6)の制限を維持する正規化定数のみであることに留意されたい。

付加的チャネルノイズが小さいとき、つまり $N_f/2 \rightarrow 0$ であれば、 $c_1 \rightarrow 0$ となり、そして、全ての f が $|H(f)|^2 > c_2$ になるように

$$|S(f)|^2 = \frac{c_1}{|H(f)|^2}$$

とする。

〔実施例1〕

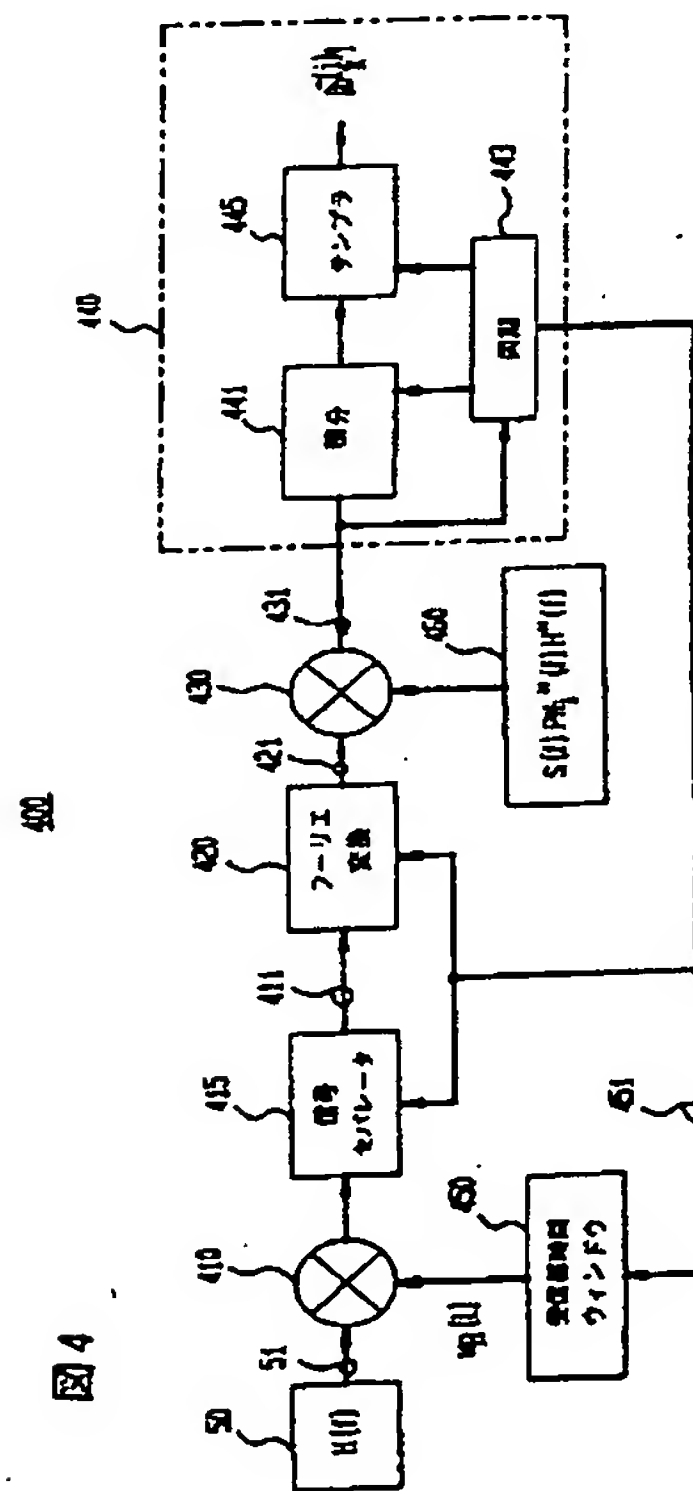
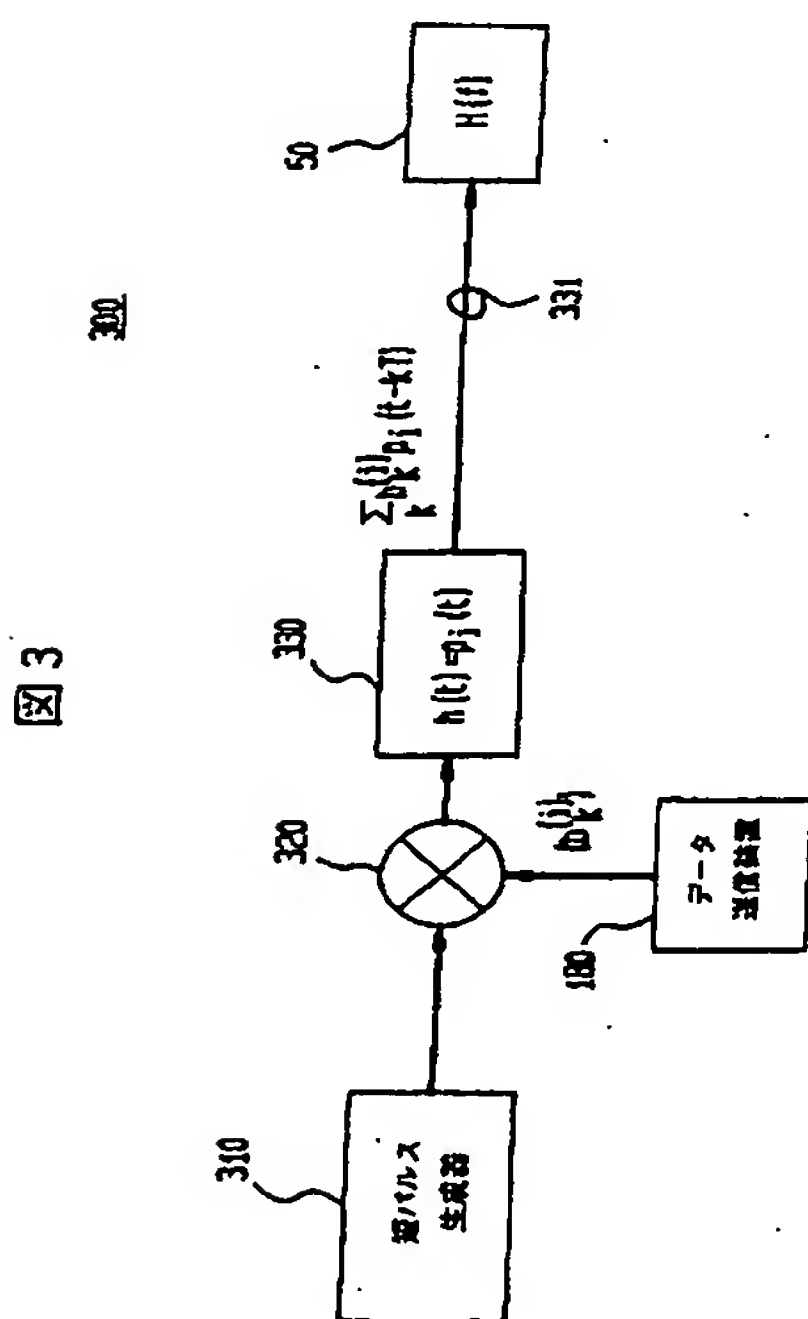
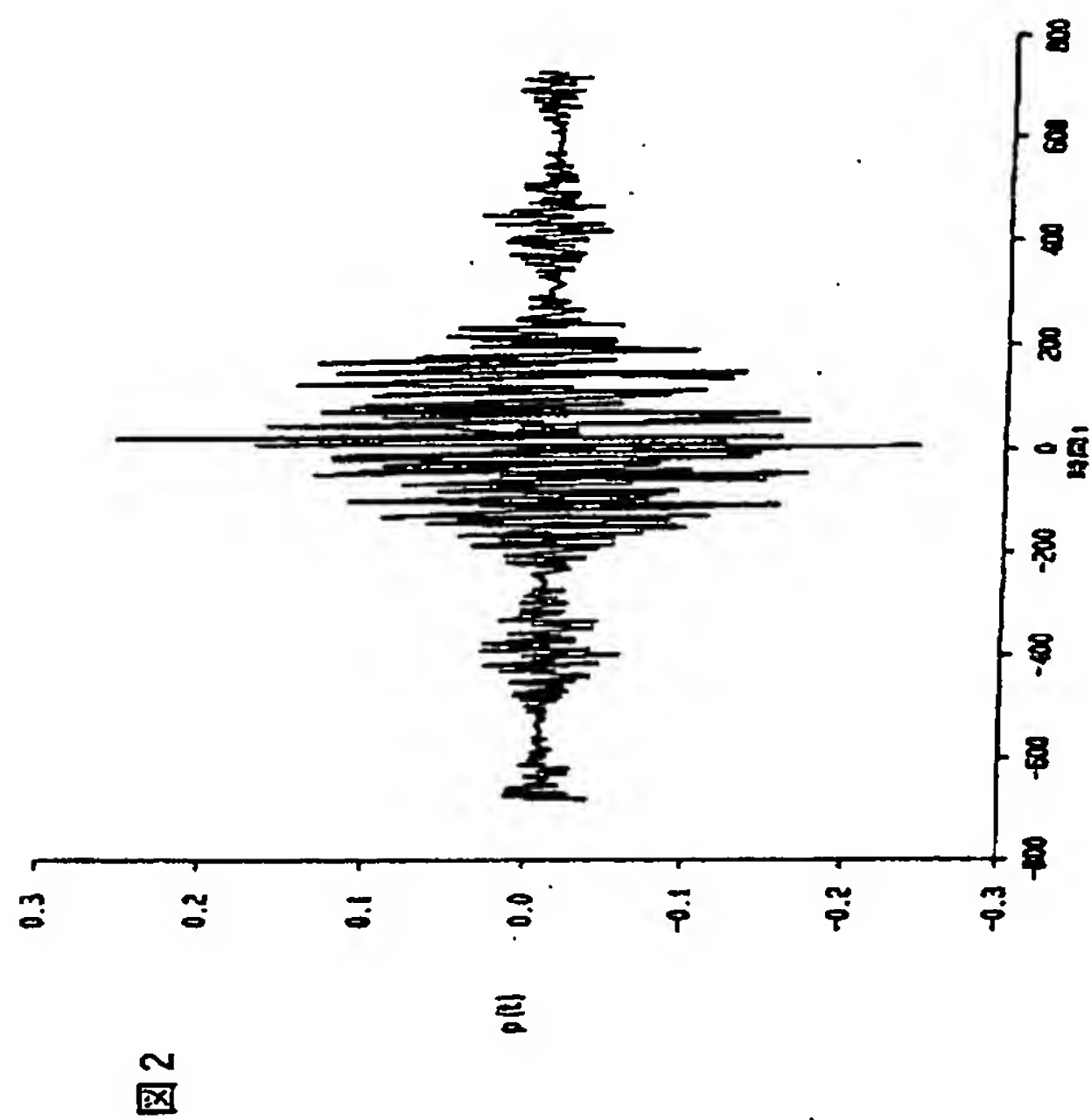
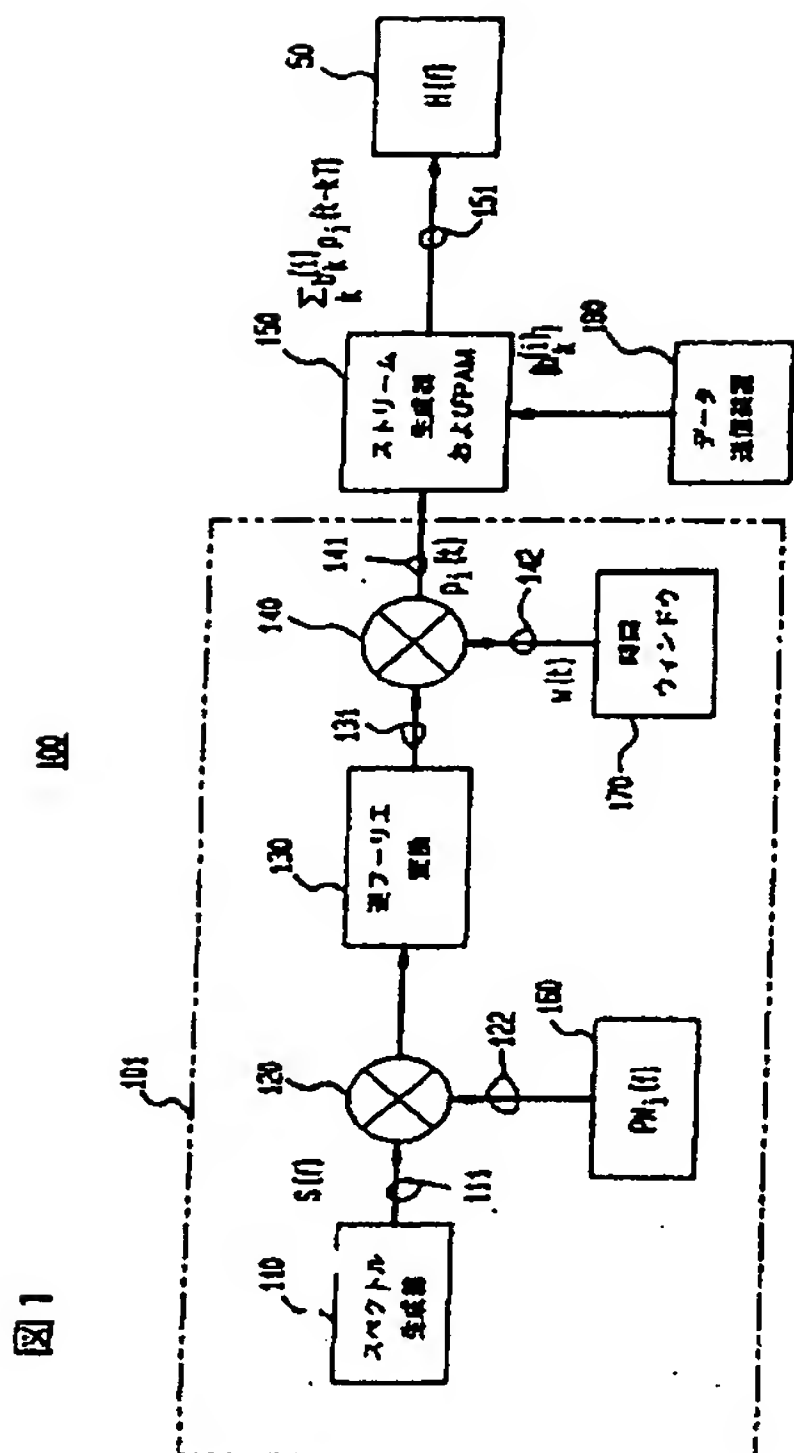
特定の例を挙げて本発明の原則を論証するために、 $|f| < W$ の場合 $|H(f)| = 1$ であるとする。この例では、

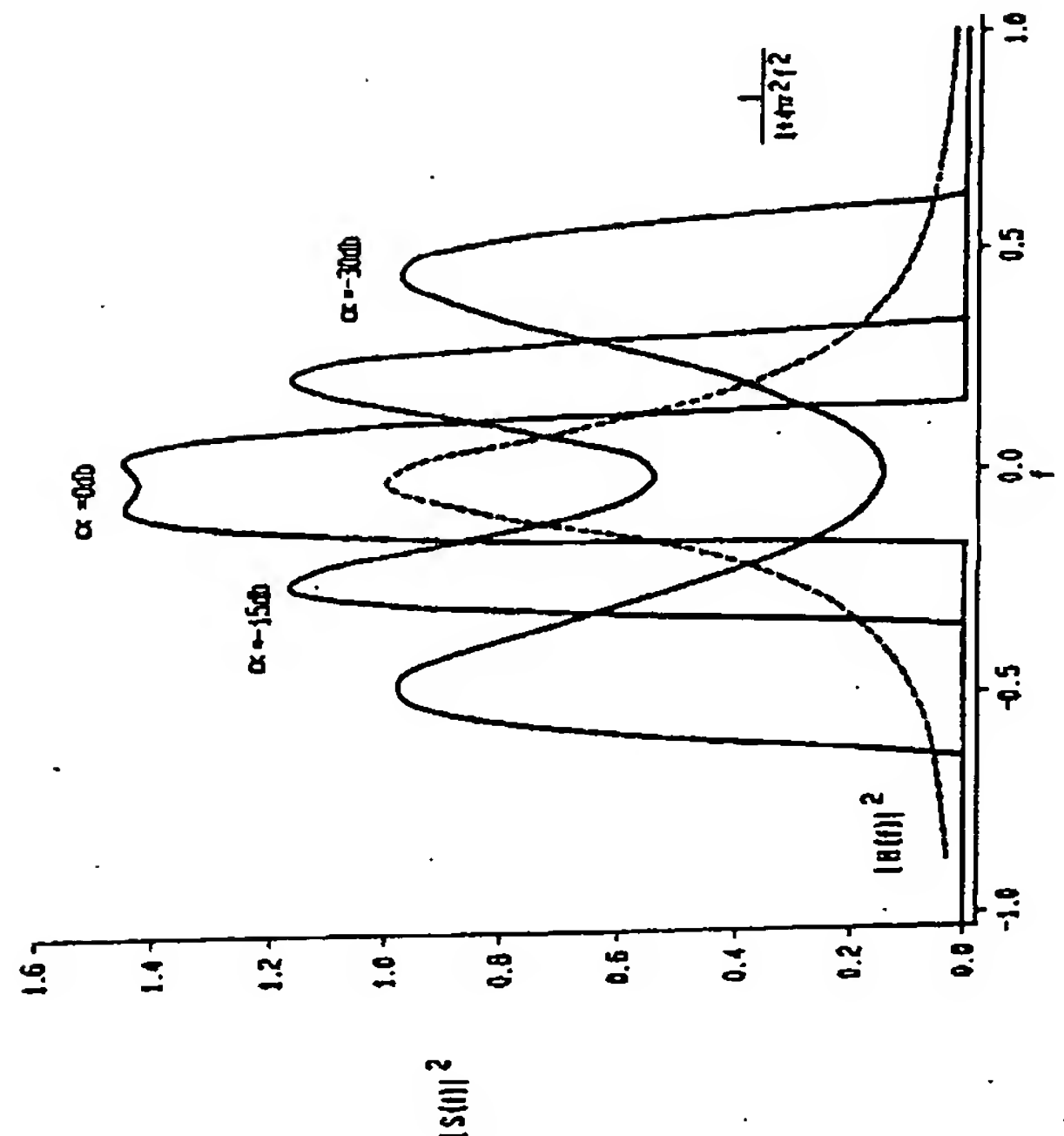
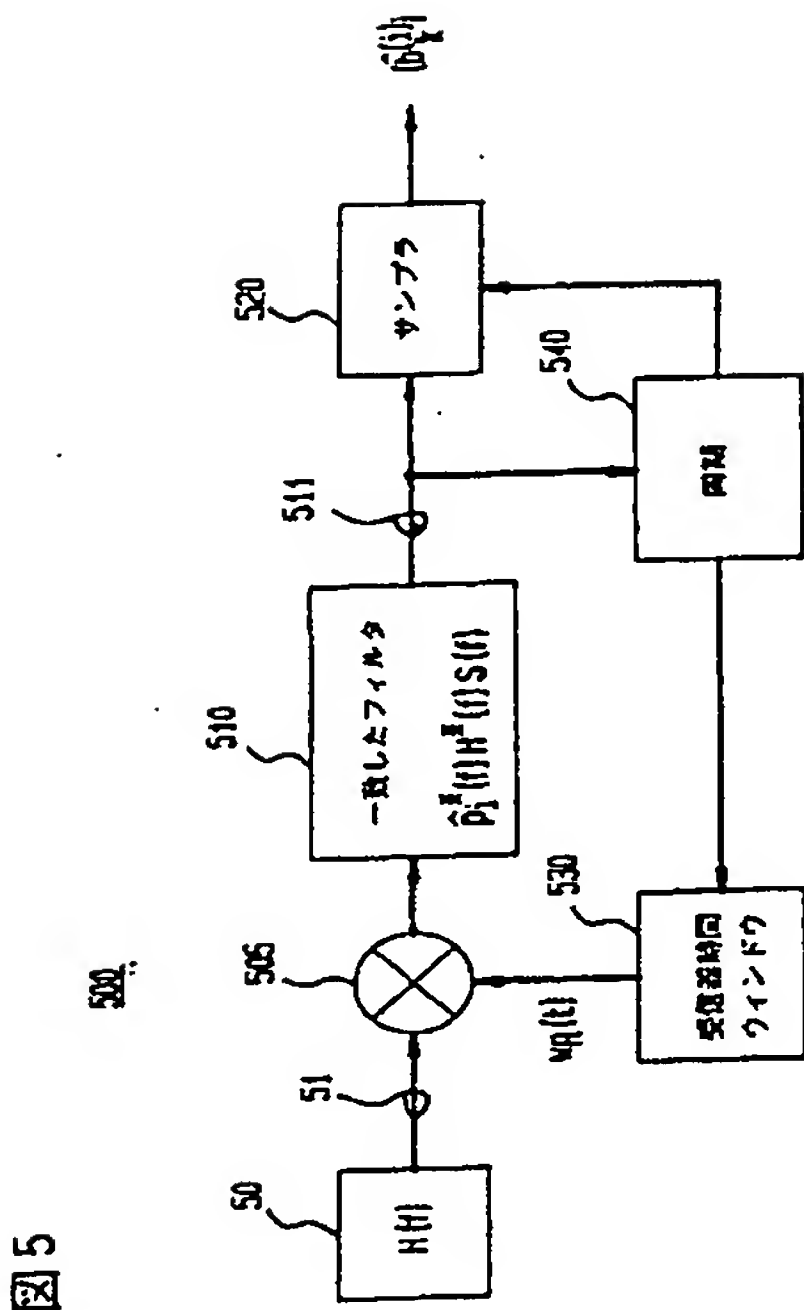
$$c_2 = \frac{2\alpha W}{1+2\alpha W} < 1$$

これは、方程式(10)から、 $B(f) = \{f: |f| < W\}$ であるようにする。この場合、 $c_1 = (1+2\alpha W)/2W$ となり、下記のことが容易に分かる。

$$|S(f)|^2 = \begin{cases} 1/(2W) & \text{これは } |f| < W \text{ である場合。} \\ 0 & \text{これは } |f| > W \text{ である場合。} \end{cases}$$

施例を容易に作成することが可能である。故に、ここに記載された方法および付随の回路は、説明によって示された特定形態に限定されることはなく、添付の特許請求の範囲によって限定された他の実施例も可能である。





国際調査報告		PCT/US92/00079
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(2) : H04B 14/02, 15/00; H04L 9/00 CIP CL : H04L 9/00, H04L 9/00, 19 According to International Patent Classification (IPC) as to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 175/1, 80, 96, 370/18, 19; 370/31, 32 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data bases consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) Please See Entry Sheet.		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passage	Relevant to claim No.
A	US, A, 4,313,197 (MAXEMCHUK) 26 January 1982.	1-16
A	US, A, 4,779,266 (CHUNG ET AL.) 18 October 1988.	1-16
A	US, A, 4,879,726 (KOBAYASHI ET AL.) 07 November 1989.	1-16
A	US, A, 4,922,506 (MCCALLISTER ET AL.) 01 May 1990.	1-16
A	US, A, 5,018,088 (HIGBIE) 21 May 1991.	1-16
A	US, A, 5,029,184 (ANDREN ET AL.) 02 July 1991.	1-16
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See parent family name.		
* "A" Document published after the international filing date of priority and not published with the application for entry in national phase or priority document. "B" Document published on or after the international filing date. "C" Document published prior to the international filing date or which is used to establish the priority date of national phase or other national phase document. "D" Document published prior to the international filing date, but later than the priority date of the international phase. "E" Document published prior to the international filing date, but later than the priority date of the international phase. "F" Document published prior to the international filing date, but later than the priority date of the international phase. "G" Document published prior to the international filing date, but later than the priority date of the international phase. "H" Document published prior to the international filing date, but later than the priority date of the international phase. "I" Document published prior to the international filing date, but later than the priority date of the international phase. "J" Document published prior to the international filing date, but later than the priority date of the international phase. "K" Document published prior to the international filing date, but later than the priority date of the international phase. "L" Document published prior to the international filing date, but later than the priority date of the international phase. "M" Document published prior to the international filing date, but later than the priority date of the international phase. "N" Document published prior to the international filing date, but later than the priority date of the international phase. "O" Document published prior to the international filing date, but later than the priority date of the international phase. "P" Document published prior to the international filing date, but later than the priority date of the international phase. "Q" Document published prior to the international filing date, but later than the priority date of the international phase. "R" Document published prior to the international filing date, but later than the priority date of the international phase. "S" Document published prior to the international filing date, but later than the priority date of the international phase. "T" Document published prior to the international filing date, but later than the priority date of the international phase. "U" Document published prior to the international filing date, but later than the priority date of the international phase. "V" Document published prior to the international filing date, but later than the priority date of the international phase. "W" Document published prior to the international filing date, but later than the priority date of the international phase. "X" Document published prior to the international filing date, but later than the priority date of the international phase. "Y" Document published prior to the international filing date, but later than the priority date of the international phase. "Z" Document published prior to the international filing date, but later than the priority date of the international phase.		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
21 JANUARY 1991		05 FEB 1991
Name and mailing address of the ISA/US Combination of Patent and Trademark Office PCT Washington, D.C. 20231		Authorized officer GILBERT BARON, JR. Telephone No. (703) 706-0472
Priority No. NOT APPLICABLE		
Form PCT/ISA/210 (revised sheet) July 1992		

国際調査報告		International application No. PCT/US92/00079
C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passage	Relevant to claim No.
A, P	US, A, 5,068,874 (LEITCH) 26 November 1991	1-16
A, P	US, A, 5,134,630 (BATEMAN) 28 July 1992.	1-16
A	IEEE Communications Magazine, April 1991, D. L. Schilling et al., "SPREAD SPECTRUM FOR COMMERCIAL COMMUNICATIONS", vol. 29, no. 4, pp. 66-79.	1-16
A	JOURNAL LIGHTWAVE TECHNOLOGY, March 1990, J. A. Salehi et al., "Coherent Ultrashort Light Pulse Code Division Multiple Access Communications System", vol. 8, no. 3, pp. 478-491.	1-16
A	IEEE COMMUNICATIONS MAGAZINE, September 1977, L. B. Milstein et al., "Surface Acoustic Wave Devices", pp. 23-33.	1-16
Form PCT/ISA/210 (revised sheet) July 1992		

国際調査報告	
International application No. PCT/US92/00979	
<p>Box I. Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of Item 1 of first sheet)</p> <p>This International report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(b) for the following reasons:</p> <p>1. <input type="checkbox"/> Claims Nos.: because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:</p> <p>2. <input type="checkbox"/> Claims Nos.: because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:</p> <p>3. <input type="checkbox"/> Claims Nos.: because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).</p>	
<p>Box II. Observations where unity of invention is lacking (Continuation of Item 2 of first sheet)</p> <p>This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows: Please see Extra Sheet.</p> <p>1. <input checked="" type="checkbox"/> As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims. (Telephone Proceeding)</p> <p>2. <input type="checkbox"/> As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.</p> <p>3. <input type="checkbox"/> As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:</p> <p>4. <input type="checkbox"/> No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claim No.:</p> <p>Remark on Protest <input type="checkbox"/> The additional search fees were accompanied by the applicant's protest. <input type="checkbox"/> No protest accompanied the payment of additional search fees.</p>	

Form PCT/ISA/210 (continuation of first sheet) (July 1992)

国際調査報告	
International application No. PCT/US92/00979	
<p>3. FIELDS SEARCHED</p> <p>Electronic data bases consulted (Please give date base and where practicable terms used):</p> <p>USPAT TEXT SEARCH:</p> <p>1. SPECTRUM OR SPECTRAL 2. 1 AND PULSE SHAPING 3. 2 AND TRANSFORM</p> <p>BOX II. OBSERVATIONS WHERE UNITY OF INVENTION WAS LACKING</p> <p>This ISA found multiple inventions as follows:</p> <p>This application contains claims directed to the following potentially distinct species of the claimed invention:</p> <p>I. The species of Fig. 1, to which claims 1-7 and 9-11 are restricted.</p> <p>II. The species of Fig. 2, to which claims 8 and 12 are restricted.</p> <p>III. The species of Fig. 4, to which claims 13 and 15 are restricted.</p> <p>IV. The species of Fig. 5, to which claims 14 and 16 are restricted.</p> <p>Applicant is required to elect a single disclosed species for prosecution on the merits to which the claims shall be restricted if no generic claim is found to be allowable. Currently, no claim is generic.</p> <p>Applicant is advised that a response to this requirement must include an identification of the species that is closest to the invention, and a listing of all claims readable thereon, including any claims subsequently added.</p>	

Form PCT/ISA/210 (extra sheet) July 1992

フロントページの続き

(72)発明者 ホニグ、マイケル、ラサム
アメリカ合衆国、07042 ニュージャージー
州、モントクレア、ルーズベルト プレ
イス 5、アパートメント 3イー、

(72)発明者 サレイ、ジャウド、アーマド
アメリカ合衆国、07930 ニュージャージー
州、ベッドミンスター、エッジウッド
ロード 48